

Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra telekomunikační techniky

Absolvování individuální praxe
Individual Professional Practice in the Company

2019

Tomáš Novák

Zadání bakalářské práce

Student:

Tomáš Novák

Studijní program:

B2647 Informační a komunikační technologie

Studijní obor:

2601R013 Telekomunikační technika

Téma:

Absolvování individuální odborné praxe
Individual Professional Practice in the Company

Jazyk vypracování:

Zásady pro vypracování:

1. Student vykoná individuální praxi ve firmě: Brose CZ spol. s r.o.
2. Struktura závěrečné zprávy:
 - a. Popis odborného zaměření firmy, u které student vykonal odbornou praxi a popis pracovního zařazení studenta
 - b. Seznam úkolů zadaných studentovi v průběhu odborné praxe s vyjádřením jejich časové náročnosti
 - c. Zvolený postup řešení zadaných úkolů
 - d. Teoretické a praktické znalosti a dovednosti získané v průběhu studia uplatněné studentem v průběhu odborné praxe
 - e. Znalosti či dovednosti scházející studentovi v průběhu odborné praxe
 - f. Dosažené výsledky v průběhu odborné praxe a její celkové zhodnocení

Seznam doporučené odborné literatury:


Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Zdeňka Chmelíková, Ph.D.**


Konzultant bakalářské práce: Rostislav Drexler

Datum zadání: 01.09.2018

Datum odevzdání: 30.04.2019


prof. Ing. Miroslav Vozňák, Ph.D.
vedoucí katedry




prof. Ing. Pavel Brandštetter, CSc.
děkan fakulty

Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou/diplomovou práci vypracoval samostatně. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

V Ostravě dne: 29. dubna 2019

.....*Novák*.....
podpis studenta

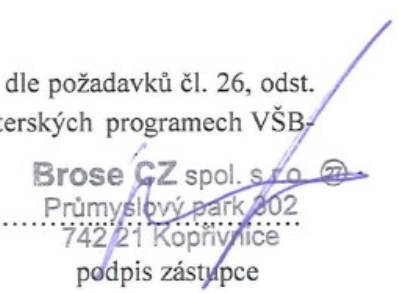
Poděkování

Rád bych poděkoval Rostislavovi Drexlerovi za odbornou pomoc a konzultaci při vytváření této bakalářské/diplomové práce.

Prohlášení zástupce spolupracující právnické nebo fyzické osoby

„Souhlasím se zveřejněním této bakalářské/diplomové práce dle požadavků čl. 26, odst. 9 Studijního a zkušebního řádu pro studium v bakalářských/magisterských programech VŠB-TU Ostrava.“

Dne: 29. dubna 2019

Brose CZ spol. s r.o. 
Průmyslový park 802
742 21 Koprivnice
podpis zástupce

Abstrakt

V této bakalářské práci popisuji průběh vykonání individuální odborné praxe ve firmě.

Práce je rozdělena na 2 části, teoretickou, která se zabývá hlavními pojmy, které jsem potřeboval znát při práci ve firmě. V druhé části práce představuji odborné zaměření firmy, mé zařazení v pracovním týmu a popis zadaných úkolů. V dalších částech bakalářské práce jsou podrobně popsány řešení a postupy, které jsem zvolil při praktickém řešení zadaných úkolů.

Závěr práce zahrnuje zhodnocení absolvování odborné praxe a znalostí, které jsem získal během studia a pomohli mi při řešení zadaných úkolů a také znalosti, které mi při vykonání praxe chyběli

Klíčová slova

Wi-Fi; Ekahau Pro; návrh; simulace; měření; Cisco; Ekahau Sidekick;

Abstract

In this bachelor thesis I describe the course of professional practice in company.

The work is divided into two parts, theoretical, which deals with the main concepts that I needed to know when working in the company. In the second part of my work I present the professional focus of the company, my inclusion in the work team and a description of the assigned tasks. In the following parts of the bachelor thesis are described in detail the solutions and procedures that I have chosen in the practical solution of given tasks.

The conclusion of the thesis includes the evaluation of the completion of professional practice and knowledge that I gained during my studies and helped me to solve the given tasks and also the knowledge that I was missing during the given tasks.

Key words

Wi-Fi; Ekahau Pro; design; simulation; measurement; Cisco; Ekahau Sidekick;

Seznam použitých symbolů

Symbol	Jednotky	Význam symbolu
Au	dB	Útlum
dBm	dBm	Výkonová úroveň signálu
SNR	dB	Poměr signálu a šumu
P	W	Výkon

Seznam použitých zkratk

Zkratka	Význam
AP	Přístupový bod
RSSI	Indikovaná síla signálu
Wi-Fi	Bezdrátová síť založené na standardech IEEE 802.11
SNR	Poměr signálu a šumu
LAN	Lokální počítačová síť
WLC	Kontrolér bezdrátové sítě
WLAN	Bezdrátová lokální síť
MCS	Modulační a kódovací schéma
VLAN	Virtuální lokální síť
CLI	Příkazová řádka
SSID	Název sítě Wi-Fi
OS	Operační systém

Obsah

Úvod.....	- 11 -
1 Popis odborného zaměření firmy	- 12 -
1.1 Popis pracovního zařazení.....	- 12 -
2 Teoretická část.....	- 13 -
2.1 Wi-Fi:	- 13 -
2.2 IEEE 802.11	- 13 -
2.3 Dostupné kanály v ČR.....	- 14 -
2.4 EIRP	- 14 -
2.5 Zisk antény	- 14 -
2.6 RSSI primární a RSSI sekundární	- 14 -
2.7 Poměr signálu a šumu (SNR)	- 15 -
2.8 Útlum.....	- 15 -
2.9 Útlum v prostoru	- 15 -
2.10 Isotropický zdroj.....	- 15 -
2.11 Všesměrové antény	- 16 -
2.12 Směrové (Sektorové) antény	- 16 -
2.13 Roaming	- 17 -
2.14 WLC.....	- 17 -
3 Seznam úkolů zadaných studentovi v průběhu odborné praxe s vyjádřením jejich časové náročnosti	- 18 -
4 Zvolený postup řešení zadaných úkolů	- 19 -
4.1 BOZP, prohlídka závodu, firemní standardy.....	- 19 -
4.2 Seznámení s Ekahau Pro	- 19 -
4.3 Zadané požadavky.....	- 20 -
4.4 Příprava	- 20 -
4.5 Simulace pokrytí	- 20 -
4.6 Dokumentace simulace	- 24 -
4.7 Konfigurace portů, AP a fyzická instalace	- 25 -
4.8 Přepínání na HD design.....	- 26 -

4.9	Měření reálných hodnot	- 26 -
4.9.1	Ekahau Sidekick	- 26 -
4.9.2	Metodika měření.....	- 26 -
4.9.3	Průběh měření.....	- 27 -
4.10	Optimalizace.....	- 27 -
4.11	Výsledky měření	- 28 -
5	Teoretické a praktické znalosti a dovednosti získané v průběhu studia uplatněné studentem v průběhu odborné praxe	- 30 -
6	Znalosti či dovednosti scházející studentovi v průběhu odborné praxe	- 30 -
7	Dosažené výsledky v průběhu odborné praxe a její zhodnocení.....	- 31 -
7.1	Výsledné naměřené hodnoty:	- 31 -
7.1.1	První závod	- 31 -
7.1.2	Druhý závod	- 33 -
8	Závěr	- 35 -
	Použitá literatura	- 10 -

Úvod

Tato bakalářská práce pojednává o absolvování individuální bakalářské praxe ve firmě. Firma se zabývá výrobou a prodejem automobilových součástek jako sedadla, zámky apod. Já byl zařazen do týmu, který má na starost LAN a WLAN infrastrukturu evropských závodů.

Po výběrovém řízení, které probíhalo formou pohovoru, jsem byl seznámen s bezpečností pohybu v závodě a celkově bezpečnostními opatřeními firmy. Také jsem si měl příležitost projít si celou výrobu v Kopřivnici a seznámit se s výrobky, které se tam vyrábí.

První dny ve firmě jsem se seznamoval se standardy firmy a jejich systémem. Následně jsem se již zaměřil na práci se softwarem Ekahau Pro.

Mou hlavní náplní práce byl návrh pokrytí zadaného závodu signálem Wi-Fi. Příprava k vlastní simulaci zabrala nejvíce času, protože je nutné nejprve získat CAD mapu závodu, následně se musí zjistit podmínky v závodě, například zdroje rušení, útlumy zdí (z čeho jsou zdi postaveny), kde jsou umístěny velké oblasti útlumu, jako například pozice skladu. Je také nutné se dohodnout s lokálním IT správcem, kde jsou kritické oblasti pro fungování závodu, takže kde je nutná nejen primární pokrytí, ale i sekundární pokrytí pro záložní redundanci, a naopak kde není nutné mít signál dostupný, například šatny.

Pokračovalo se simulací pokrytí v SW Ekahau Pro, což zahrnuje rozmístění AP, návrh využití kanálů tak, aby byli splněny zadané minimální požadavky. Jakmile jsem navrhnul požadovanou síť, návrh musel být schválen IT-centrálou a pokud byl schválen, přešlo se na fyzickou instalaci, kterou jsem neprováděl já, ale externí firma. Po instalaci bylo mým úkolem závod projít se speciálním měřicím přístrojem připojeným do softwaru Ekahau a změřit reálné pokrytí závodu.

V závěru práce shrnuji dosažené výsledky a znalosti, které mi chyběli nebo naopak jsem se naučil během studia na vysoké škole.

1 Popis odborného zaměření firmy

Firma byla založena roku 1908 v Berlínu a momentálně pro ni pracuje více než 28000 lidí. Její pobočky jsou na 5 kontinentech a každé druhé prodané auto má alespoň 1 součástku vyrobenou v této firmě. V současné době je český výrobní závod firmy největší výrobním závodem z koncernu. Tento závod je zaměřen na vývoj a výrobu manuálních a elektrických polohovadel sedadel, elektromotory ABS a ventilátory pro vytápění, klimatizace, vyvíjí a vyrábí se zámky bočních a zadních dveří osobních automobilů. Výrobky se montují do více než čtyřiceti značek automobilů (mj. Mercedes, Audi, BMW, Volvo, Fiat, Ford, Hyundai).

1.1 Popis pracovního zařazení.

Byl jsem zařazen do evropského IT týmu, který má na starost LAN a WLAN infrastrukturu Evropy a Jižní Ameriky. Hlavní náplní mé práce byla podpora hlavního administrátora při realizaci projektu, který měl za úkol nasazení nové generace bezdrátových sítí do jednotlivých závodů koncernu.

2 Teoretická část

2.1 Wi-Fi:

Označení pro několik standardů IEEE 802.11 popisující bezdrátovou komunikaci v počítačových sítích. Vytvořeno organizací Wireless Ethernet Compatibility Alliance. Využívá se bezlicenčního frekvenčního pásma. Původně neměl název nést žádný význam, ovšem později se z něj stala slovní hříčka wireless fidelity (bezdrátová věrnost) analogicky k Hi-Fi (high fidelity - vysoká věrnost). Wi-Fi je založeno na principu rozprostřeného spektra, který si roku 1942 nechali patentovat hudební skladatel George Antheil a herečka Hedy Lamarr, kteří vymysleli ideu, jak by náhodná změna vysílacích kanálů snížila riziko nežádoucího rušení. V roce 1962 umožnil elektronický děrný pás přenos rádiové komunikace mezi americkými loděmi. Mezi 60 a 80 rokem se tato technologie používala výhradně pro vojenské účely a na začátku 80 let byla uvolněna pro civilní použití. V roce 1997 publikoval standardizační institut IEEE specifikaci standardu bezdrátové sítě v pásmu ISM pod označením IEEE 802.11.

2.2 IEEE 802.11

Je to standard pro Wi-Fi s dalšími doplňky pro lokální bezdrátové sítě (WLAN). Byl vyvinut 11. pracovní skupinou IEEE LAN/MAN standardizační komise (IEEE 802), proto název 802.11.[1]

Standard	Rok vydání	Pásmo [GHz]	Maximální rychlost [Mbit/s]	Fyzická vrstva
původní IEEE 802.11	1997	2,4	2	DSSS a FHSS
IEEE 802.11a	1999	5	54	OFDM
IEEE 802.11b	1999	2,4	11	DSSS
IEEE 802.11g	2003	2,4	54	OFDM
IEEE 802.11n	2009	2,4 nebo 5	600	MIMO OFDM
IEEE 802.11y	2008	3,7	54	
IEEE 802.11ac	2013	2,4 a 5	1000	MU-MIMO OFDM
IEEE 802.11ad	2012	2,4 , 5 a 60	7000	
IEEE 802.11ax	návrh	2,4 a 5	10000	MIMO-OFDM

Obrázek 2.1: Standardy 802.11 a jejich pásmo, maximální rychlost a typ modulace [1]

2.3 Dostupné kanály v ČR

Pro 802.11 jsou dostupné v ČR bezlicenční pásma, 2,4 a 5 GHz, které jsou rozděleny v 802.11 standardu na kanály široké 20MHz, které jsou podle standardu rozšířeny na 40, 60 nebo 80 MHz.

kanál	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
frekvence [GHz]	2,412	2,417	2,422	2,427	2,432	2,437	2,442	2,447	2,452	2,457	2,462	2,467	2,472	2,484

Obrázek 2.2: Dostupné rádiové kanály v pásmu 2,4 GHz [2]

Země	kanály	frekvence [GHz]
Lichtenštejnsko	36, 40, 44, 48	5,15 - 5,25
Rakousko	36, 40, 44, 48 149, 153, 157, 161, 165, 169	5,15 - 5,25 5,725 - 5,875
Francie	36, 40, 44, 48, 52, 56, 60, 64	5,15 - 5,35
Dánsko, Německo, Island, Finsko, Nizozemí, Norsko, Polsko, Švédsko, Slovinsko, Lucembursko, Velká Británie, Irsko, Slovensko, Švýcarsko, Maďarsko, Itálie, Česká republika	36, 40, 44, 48, 52, 56, 60, 64 100, 104, 108, 112, 116, 120, 124, 128, 132, 136, 140	5,15 - 5,35 5,47 - 5,725

Obrázek 2.3: Dostupné rádiové frekvence v pásmu 5 GHz [2]

Tabulka 1.1: Maximální vyzářený výkon pro Wi-Fi v pásmech 2,4 GHz a 5 GHz v ČR

Kmitočtové pásmo	Maximální vyzářený výkon
2400-2483,5 MHz	100 mW e.i.r.p.
5150-5250 MHz	200 mW střední e.i.r.p.
5250-5350 MHz	200 mW střední e.i.r.p.
5470-5725 MHz	1W střední e.i.r.p.

2.4 EIRP

EIRP znamená, výkon rádiového signálu vyzářeného anténou vysílače, jako by byl vyzářen z bodového zdroje rovnoměrně ve všech směrech – izotropicky. Pokud se tedy přivede 100mW do všesměrové antény se ziskem 0 dB pak je to 100mW EIRP.[3]

2.5 Zisk antény

Zisk antény, nebo pouze zisk je hlavním parametrem výkonu antény, který se skládá z anténí směrovosti a elektrické efektivity. Běžně je udávána v hodnotách dBi.[4]

2.6 RSSI primární a RSSI sekundární

Hodnoty RSSI primární a sekundární, se udávají v dBm a značí sílu signálu na přijímači. Primární RSSI je síla AP, na který jsme momentálně připojeni a sekundární RSSI je redundantní síla signálu záložního/sekundárního zdroje signálu.

2.7 Poměr signálu a šumu (SNR)

Poměr signálu a šumu ve skutečnosti není poměr, ale rozdíl mezi přijatým signálem a šumovým prahem. Například pokud přijímač přijme signál, který má sílu -75 dBm a šumový prahem má sílu -90 dBm, výsledný poměr síly signálu a šumu je 15dB.[5]

2.8 Útlum

Je to degradace síly signálu během cesty prostorem, slouží k popisu šíření signálu materiály, například typická kancelářská stěna má útlum kolem 6 dB, ovšem stěna z betonu může mít až 15 dB. V prostředí mé firmy jsou největší problém skladovací police, které v nejhorším případě mají útlum 18 dBm a moje firma vždy požaduje přípravu na nejhorší variantu, proto se s ní provádí příprava

2.9 Útlum v prostoru

U Wi-Fi funguje inverzní čtverec až po prvním metru, na prvním metru signál klesne na -47dBm u 5GHz, -40 u 2.4 GHz a ovšem následně se signál šíří podle zákona inverzního čtverce, při zdvojnásobení vzdálenosti síla signálu vždy dělí na 1/4.

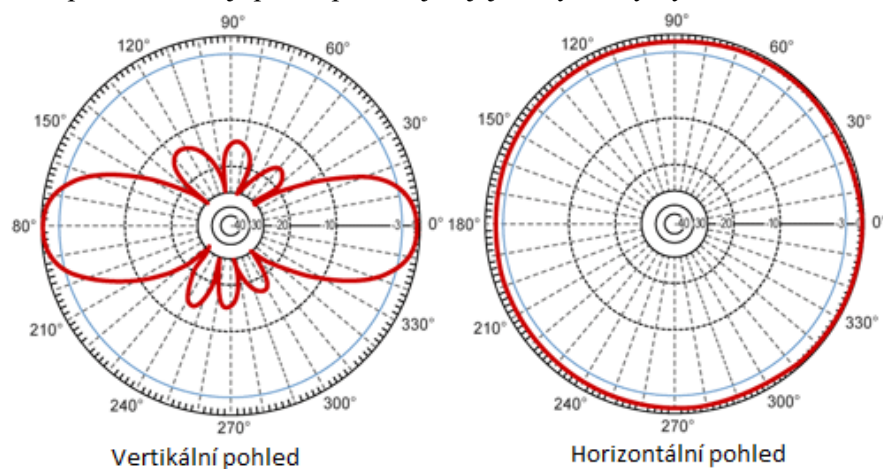
Invertní zákon čtverce ve fyzice označuje jakýkoliv fyzikální zákon, kterých říká, že specifická fyzická kvalita nebo intenzita je inverzně proporcí k čtverci ze zdroje této fyzické kvantity. Což znamená, že objekt 2x dále od zdroje než jiný stejný objekt, bude mít pouze $\frac{1}{4}$ síly signálu.

2.10 Isotopický zdroj

Imaginární zdroj energie, který šíří energii v perfektní kouli, dá se říct, že napodobuje slunce. Jeho zisk vyjadřuje 0dBi.

2.11 Všesměrové antény

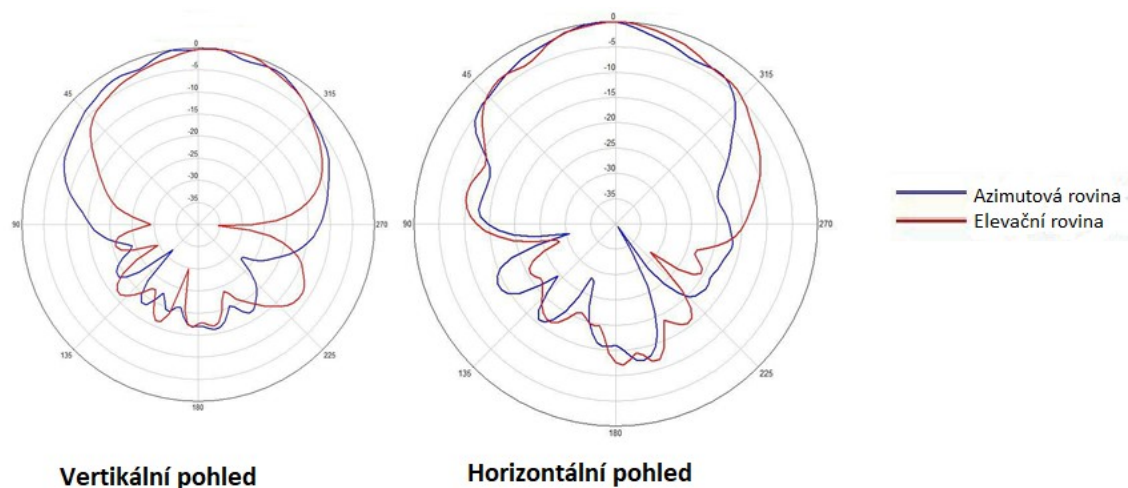
Snaží se napodobit isotopický zdroj, vysílá signál do všech směrů. Většinou se ovšem isotopickému zdroji pouze přibližují a jejich výsledný vyzařovací úhel se podobá tvaru koblíhy.



Obrázek 2.1: Pohledy na vyzařovací úhly všesměrové antény

2.12 Směrové (Sektorové) antény

Směrové antény pasivně směřují signál a můžou se dělit podle zisku a výseče, do kterého signál šíří. Díky tomu, že se signál šíří do předem určené výseče, je možné ho přímo nasměrovat přesně tam kam je potřeba. Využití je například pokud je klient dále od zdroje, například pokud se anténa instaluje na vysoký strop, může směrová anténa vyzařovat přímo k zemi namísto vyzařování všude kolem sebe, například nahoru kde nikdo nikdy připojen nebude.



Obrázek 2.2: Vertikální a horizontální pohled na vyzařovací úhly sektorových antény AIR-ANT2566D4M-R[7]

2.13 Roaming

Roaming je plynulý přesun klientů mezi různými AP, které propagují stejnou síť. Ve výrobě je důležitý především pro zásobovací vozíky, které se rychle přesouvají, ovšem potřebují nepřerušené připojení, aby se jim aktualizovali informace, kde mají jaké zásilky doručit. Kdy se zařízení připojí na jiné AP, rozhoduje vždy jednotlivý klient, ne AP.

Funguje v těchto krocích:

RSSI, SNR, zmeškané signály, počet znovu posílaných rámců, rychlost datového přenosu, CRC

Jakmile hodnota RSSI nastavená v ovladači síťové karty klesne pod hodnotu, klient vyhledá dostupná AP, které mají silnější signál. Následně klient pošle novému AP požadavek na autentizaci, potom, pokud AP potvrdí autentizaci, klient pošle re-asociační požadavek na nové AP a dokončí odpojení se od starého AP.[8]

2.14 WLC

Zařízení, které spravuje konfiguraci, bezpečnostní politiky a provoz více AP. Můžeme použít více WLC a v případě výpadku se AP přeregistrují k novému kontroléru nebo WLC klastrovat, aby uživatel nezaznamenal žádný výpadek. Standardně jde o speciální HW, ale Cisco má již i virtuální vWLC, které zatím nepodporuje všechny funkce.[9]

3 Seznam úkolů zadaných studentovi v průběhu odborné praxe s vyjádřením jejich časové náročnosti

Mým hlavním úkolem bylo podporovat návrh a realizaci projektu, který měl za úkol postupně realizovat dostatečně kvalitní bezdrátovou síť, která bude schopná podporovat nové bezdrátové klienty, jako jsou autonomní vozíky a další. Tento projekt byl ve své realizaci v začátcích, realizovali se první simulace a fyzické instalace podle kterých se mělo určit, zdali se bude pokračovat i u dalších závodů, nebo se zvolí jiný způsob řešení.

Hlavním cílem při návrhu sítě bylo pokrytí kvalitním nerušeným signálem, který bude umožňovat dostatečně rychlý roaming pro rychle pohybující se vozíky a zároveň dokáže obsloužit na kvalitu signálu náročné ruční skenery.

Tabulka 3.1: Zadané úkoly a jejich časová náročnost

Úkol	Náročnost
BOZP a prohlídka závodu	1 den
Firemní standardy	1 den
Seznámení se s Ekahau	4 dny
Práce na první závodě	20 dní
Práce na druhé závodě	25 dní

4 Zvolený postup řešení zadaných úkolů

Před začátkem práce na projektu jsem se nejdříve musel seznámit se základní pojmy, které se používají v oblasti bezdrátových sítí a během práce na projektu se bez nich neobešel.

Prvním úkolem ve firmě bylo provedení simulaci Wi-Fi sítě v závodu. Byla mi zadány minimální požadavky pro pokrytí a CAD soubor s mapou závodu.

Jelikož je ve firmě dostupný program Ekahau Pro, využil jsem tohoto programu pro simulaci i analýzu.

4.1 BOZP, prohlídka závodu, firemní standardy

První dny jsem strávil seznamování se s firemními standardy, seznámení se s pravidly pro pohyb po závodě a zároveň se naučil něco o historii firmy a jejich jednotlivých výrobcích.

4.2 Seznámení s Ekahau Pro

Software pro návrh, analýzu a spektrální analýzu Wi-Fi sítě. Je to software, který pomocí modelu, který je vytvořen buď v Autocad, nebo obrázku plánu budovy, dokáže simulovat šíření signálu Wi-Fi. Po nahrání plánu budovy se je nutné do programu zadat útlumy zdí a objektů v budově, jejich výšku, výšku stropu. Následně se na vytvořeném plánu dají umístit AP, na kterých jde nastavit velké množství údajů jako výstupní výkon, zisk antény, u směrových antén úhel antény vzhledem k základní poloze, nebo se dá vybrat z již vytvořených přednastavených reálných AP, které mají tyto hodnoty již nastavené. Jakmile se rozmístí AP, nebo se pohne s některým AP, proběhne okamžitě nová simulace pokrytí. Pomocí „coverage requirements“ se dají nastavit minimální hodnoty, kterých chceme dosáhnout, například minimální sílu signálu, SNR, datovou propustnost, počet AP dostupných na kterémkoliv místě, maximální překrytí kanálů, RTT a ztráta paketů. Pomocí těchto hodnot následně program zobrazí oblasti, kde signál splňuje a kde nesplňuje podmínky. Ekahau dokáže následně zobrazit nejen hodnoty síly signálu, ale i všechny hodnoty, které se nastavovali jako minimální podmínky. Jde ovšem taky zobrazit počet klientů na AP a kde budou nebo nebudou AP schopné obsloužit dostatečný počet AP.

Další funkce Ekahau se jmenuje "site survey", jde o analýzu již vytvořené Wi-Fi sítě. Pomocí speciální síťové karty dokáže Ekahau analyzovat různé parametry Wi-Fi signálu, které následně zobrazí spektrum v reálném čase na jednotlivých bodech na plánu, pomocí takovéto analýzy se následně dá zjistit, kde se jsou největší problémy s pokrytím a kde se nejvíce liší hodnoty oproti simulaci. Jde zobrazit, které kanály jsou obsazené, kdo je obsazuje a jak velkou sílu mají. Takto jde analyzovat pásmo 2.4 GHz i 5 GHz.

4.3 Zadané požadavky

Následně jsem ve firmě dostal postupně zadané 2 závody u kterých jsem měl na starost zavedení nové sítě, které budou splňovat zadané podmínky:

- Síla signálu: -67 dBm
- Poměr signálu a šumu: 25 dB
- Minimální přenosová rychlost: 20 Mb/s
- Maximálně 5 přístupových bodů, které vysílají na stejném kanálu a na jednom místě mají minimálně -80dBm.

4.4 Příprava

Před samotnou simulací je nutné nejprve si připravit podklady tak, aby se do programu mohli zadat dostatečně přesné údaje a dostatek údajů, aby se následně výsledek simulaci co nejvíce podobal realitě. Základním požadavkem pro práci s Ekahau je přesná mapa s měřítkem, musel jsem proto zjistit, kde se nacházejí mapové podklady a jak je získám, dále je nutné například změřit výšky a rozměry objektů, které budou tlumit signál, takže například skladové police, stroje, sloupy. Dále je nutné znát výšky stropů, podle které se následně určuje výška instalace AP na čemž se musí dohodnout s lokálním IT, aby se AP vůbec dalo na této v určité výšce nainstalovat, nebo jestli se vůbec nainstalovat může. Taky je nutné zjistit, kde jsou na mapě nejbližší switche, aby se nepřekročila limit délky kabelu. Případně, jestli se budou muset switche někde přidávat, nebo se budou muset přidávat datové rozvaděče, určení míst, kde se budou dávat nové datové rozvaděče. Zajistit, že switche budou schopny napájet AP. Případně, kde se jsou problematické místa současného pokrytí signálem, kde si lidé stěžují na špatný příjem, na které oblasti se mám zvlášť zaměřit.

4.5 Simulace pokrytí

Jako první bylo potřeba naimportovat mapu do Ekahau. Jde naimportovat buď mapu jako obrázek, nebo CAD soubor, ze kterého následně dokáže program sám naimportovat měřítko a zdi pomocí průvodce, kde se dá zvolit, které vrstvy se má přiřadit jaký materiál. Já využil druhou možnost, protože CAD soubor obsahuje přesné velikosti všech stěn, takže bude simulace přesnější, než kdybych importoval pouze plánec pomocí obrázku a stěny následně kreslil ručně.

Po importování plánu, je nutné dokreslit všechny další oblasti útlumu, které v CAD souboru nebyli nadefinované, případně změnit pozici stávajících, které byli po vytvoření CAD souboru přemístěny. Nejdůležitější v této části je nadefinovat, pozice skladových racků, protože ty mají největší útlum a zároveň jsou oblastí, kde se Wi-Fi potřebuje nejvíce pro skenování čárových kódů. Hlavní důvod pro instalaci nové generace sítě byli právě problémy s připojením ve skladech, kde všesměrové antény měli problém se dostat mezi jednotlivé police.

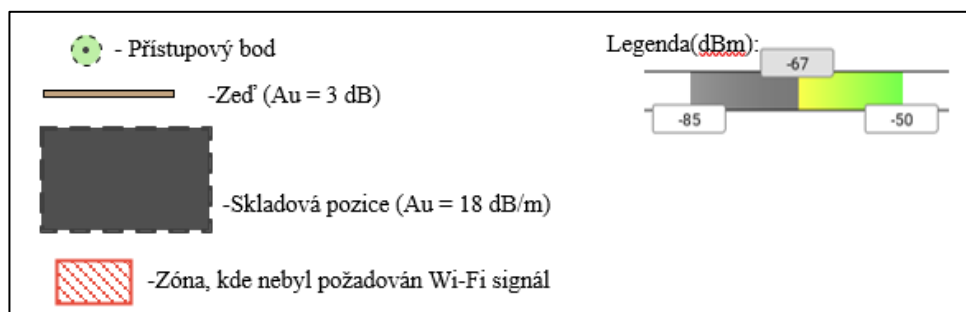
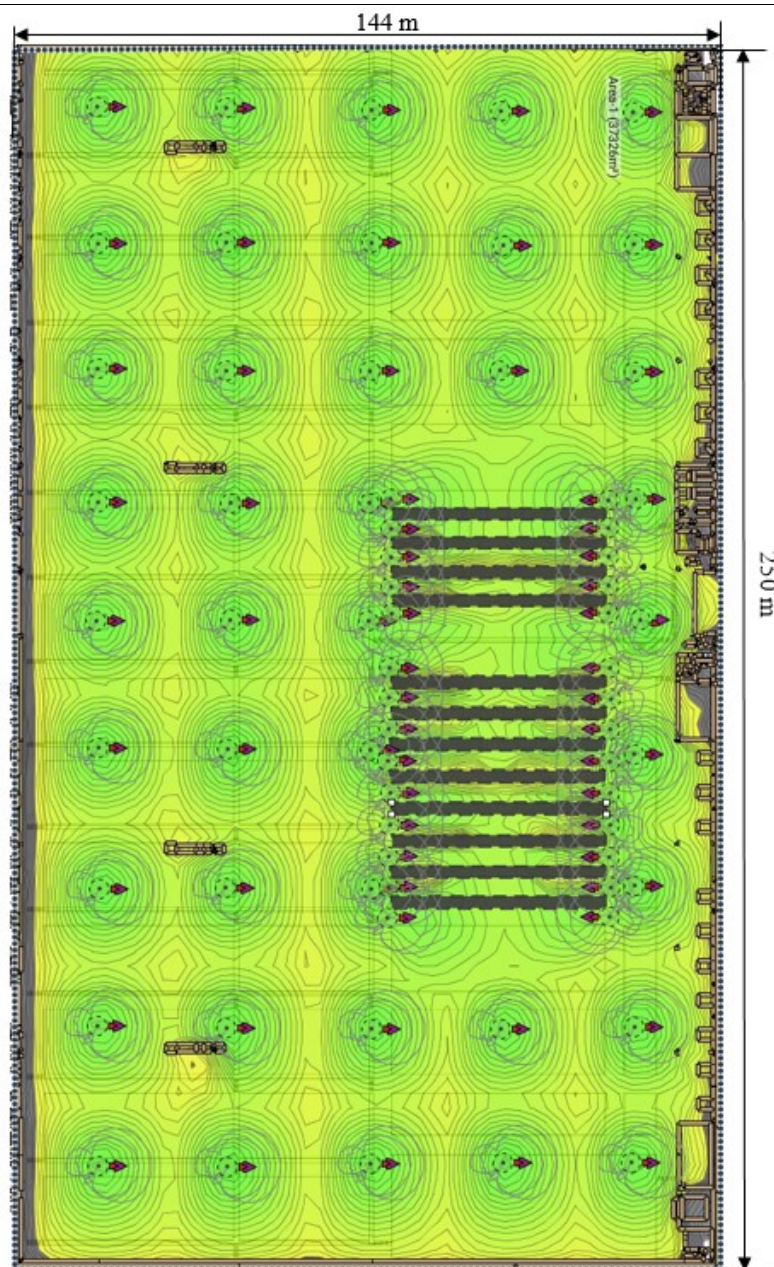
Následně se pokračuje rozmístěním AP pro splnění zadaných minimálních podmínek. Pro simulaci se dá vybrat z mnoha již nadefinovaných AP.

Pro pokrytí jsem použil AP od Cisco 2802e-x-k9 s externí anténou air-ant2566d4m-r, protože strop závodu je hodně vysoký a využití interních všesměrových antén by bylo hodně neefektivní, protože signál by byl zbytečně dostupný u stropu, což by navíc způsobilo hodně rušení s ostatními AP, protože u stropu je málo překážek a signál by dosahoval hodně daleko, zatímco pro pokrytí na zemi by bylo potřeba ještě více AP, protože se tam nacházejí kovové stroje, které mají velký útlum. Toto řeší směrové antény, které směřují signál pouze do vymezené oblasti s tím, že přímo u antény je tato oblast nejmenší, takže nebude docházet k rušení s ostatními AP v oblasti, kde signál není potřeba. Díky směrovým anténám se také zlepší možnost znovupoužití 2.4 GHz kanálů, díky tomu, že AP budou mít mezi sebou menší překrytí. Po rozmístění AP je ještě nutné jim nastavit vysílací výkon, ten jsem zvolil na 10mW, protože má mezeru jak do limitu, ale také jde ještě zmenšit pro konečné doladění pokrytí.

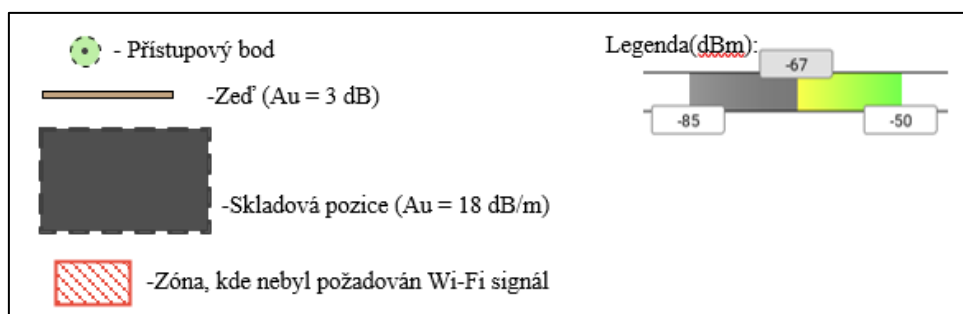
Po rozmístění se následně provedou první simulace a doladění tak, aby se simulace splnila zadané minimální podmínky, případně je ještě vylepšovala. Toto se provádí pomocí změny vysílacích výkonů, změny nastavení kanálů, změna sklonu, nebo směru antény, případně kompletní změna umístění AP.

Po dokončení návrhů na simulaci jsem je probral s nadřízeným, stejně tak jako s lokálním IT a vybral se ten, který byl nejlépe realizovatelný, odpovídal standardům firmy a splňoval požadavky na pokrytí a kapacitu. Zároveň jsem si jsme si prošli závodem kde se budou AP instalovat a ověřili jsem si, že se tam AP bude dát nainstalovat.

Nejlepší návrh se následně musel nechat schválit IT centrálou v Německu, nebo upravit tak, aby mohl být schválen.



Obrázek 4.2: Plán síly signálu schválené simulace 1. závodu



Obrázek 4.3: Plán síly signálu schválené simulace 2. závodu

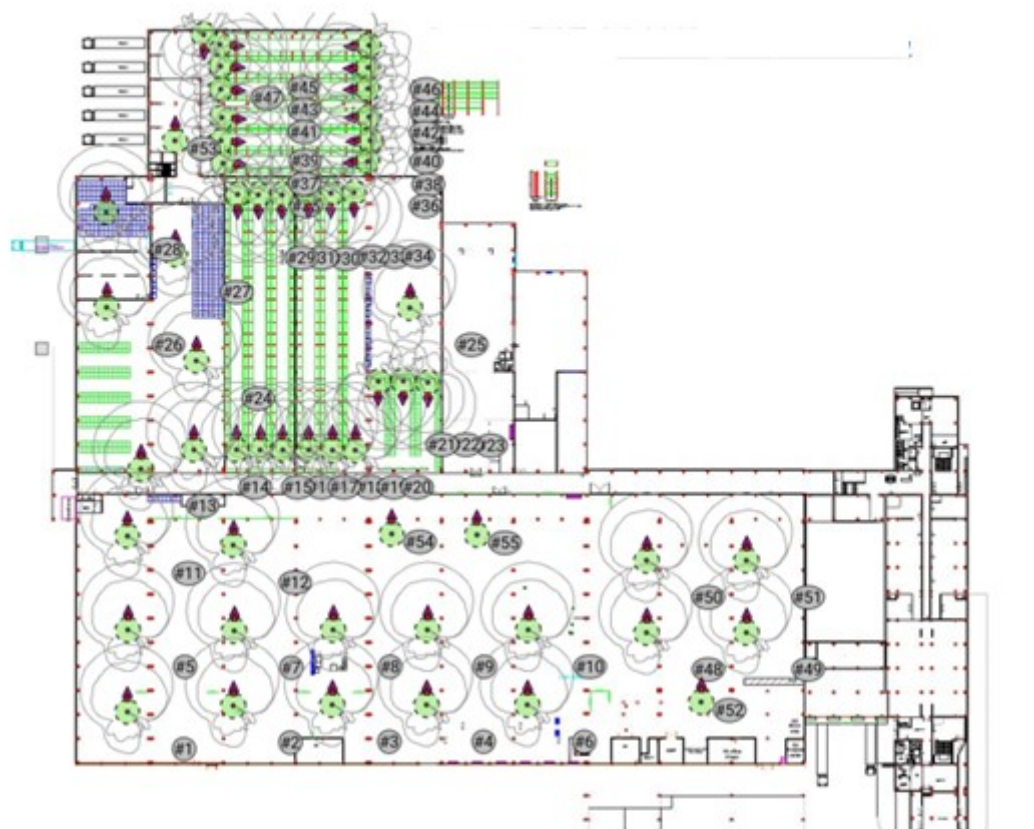
4.6 Dokumentace simulace

Jakmile je simulace schválena a splňuje všechny podmínky, které byly zadány, je v Ekahau zabudovaná funkce report, která vytvoří soubor, který obsahuje různé mapy pokrytí a dalších údajů, ale především ukazuje mapu rozmístění AP, podle které pracuje instalační firma. Problém je, že defaultní report ukazuje rozmístění AP a jejich směr, ovšem neukazuje jejich výšku, nebo sklon. Proto jsem vytvořil nový vzor, který ukazuje rozmístění AP a pod ním je tabulka s výškami a sklony antén.

Níže je uvedena kód zmíněné šablony, kterou jsem vytvořil, jde z ní vytvořit pomocí funkce "reporting" v Ekahau Pro. Z programu exportuje mapu s umístěním AP a směr jejich antén s dalším popisem jako jsou výška ve který byl přístupový bod simulovaný a jaký měl sklon.

```
<#${project-name}#>Access Points on <#${floor-name}#>
Počet AP:<# "count": {"type": "radios", "filter": {"include":
{"enabled": "true", "band": "5"}}}#>
<# "visualization" : {"aps": {
    "show-number": "true", "show-antennas": "true",
    "filter": {"include": {"owner": "my"}}}}#>
```

AP #	Access Point
<#"loop-start": {"type": "aps"}#><#\${ap-number}#>	<#\${ap-name}#>: <#"loop-start": {"type": "radios", "filter": { "include": { "band": "5" }}}#> Výška antény: <#\${antenna-height-in-meters}#> Úhel: <#\${antenna-tilt}#><#"loop-end": {"type": "radios"}#> <#\${ap-notes}#><#"loop-end": {"type": "aps"}#>



AP #	Access Point
1	01: AP2802E + AIR-ANT2566D4M-R: Výška antény: 6.7 m Úhel: -90.0° Please mount AP and Antenna top-down facing to the floor -90 degrees.
2	02: AP2802E + AIR-ANT2566D4M-R: Výška antény: 6.7 m Úhel: -90.0° Please mount AP and Antenna top-down facing to the floor -90 degrees.
3	03: AP2802E + AIR-ANT2566D4M-R: Výška antény: 6.7 m Úhel: -90.0° Please mount AP and Antenna top-down facing to the floor -90 degrees.
4	04: AP2802E + AIR-ANT2566D4M-R: Výška antény: 6.7 m Úhel: -90.0° Please mount AP and Antenna top-down facing to the floor -90 degrees.
5	05: AP2802E + AIR-ANT2566D4M-R: Výška antény: 6.7 m Úhel: -90.0° Please mount AP and Antenna top-down facing to the floor -90 degrees.

Obrázek 4.4: Ukázka výsledného reportu po použití vytvořeného vzoru

4.7 Konfigurace portů, AP a fyzická instalace

Následuje kompletace, konfigurace a instalace AP. Toto vše jsem dělal ve spolupráci s lokálním IT. Lokální IT spojí přístupový bod s anténou a následně vloží do krytu značky Oberon.

Takto zmontované AP se dále připojí na switch, na kterém následně nakonfiguruji porty, aby umožňoval připojení AP k WLC. AP najde správné WLC pomocí DHCP volby 43, kde se najde jeho IP adresa a adresa záložního WLC a AP se automaticky připojí k tomu, které má větší IP adresu, v běžném případě je to záložní WLC. Po připojení na WLC si AP stáhne aktuální OS, který nainstaluje, což znamená že všechny AP na 1 WLC mají stejnou verzi OS. Pokud je AP nové, nemá v sobě žádnou konfiguraci, musí se proto nakonfigurovat. Musí se mu nastavit do které Flexconnect skupiny bude patřit, což určí, jaké SSID bude vysílat, nastaví se mu nové jméno, popis lokace, nativní VLAN, staticky se mu nastaví IP adresa a jméno WLC v pořadí, které se zvolí a země ve které je, podle čeho mu WLC automaticky nastaví, které kanály bude moci využívat. Toto vše jde nastavit buď v CLI od WLC, nebo na webovém rozhraní, ovšem oba tyto způsoby jsou hodně zdlouhavé a zároveň náchylné na chybu. Proto je na toto ve firmě skript, pro který se jen vytvoří vstupní data, které obsahují všechny nastavení, které jsem říkal dříve a také přesnou identifikaci AP, což je jméno a MAC adresa. Toto se většinou dělá po například 20 AP, protože AP jsou v této fázi pouze připojené v serverovně. Jakmile skript dokončí konfiguraci ověří se její správnost ve webovém rozhraní. Následně lokální IT zajistí zavěšení AP na určená místa.

4.8 Přepínání na HD design

Jakmile jsou všechny AP nakonfigurovány a nainstalovány, určí se datum přepnutí na novou Wi-Fi síť. Do teď byli všechny AP vypnuté a nevysílali žádný signál, takže se musí všechny staré AP vypnout a nové zapnout.

4.9 Měření reálných hodnot

Pro měření nové Wi-Fi sítě jsem opět využil program Ekahau Pro a společně s ním jsem použít přístroj Ekahau Sidekick.

4.9.1 Ekahau Sidekick

Přístroj speciálně vyvinut pro přesné měření hodnot Wi-Fi sítí. Přístroj obsahuje 2 síťové karty podnikové třídy, které minimalizují čas pro přesné změření a diagnostiku Wi-Fi sítí. Součástí je také spektrální analyzátor, který dokáže zaznamenávat 20krát za sekundu aktivitu v pásmu 2,4 a 5 GHz.[10]

4.9.2 Metodika měření

Měření jsem prováděl se zaměřením na oblasti, kde se pohybují reální klienti, proto jsem především měřil v cestách, kde se pohybují vozíky, v místech, kde se používají bezdrátové skenery, nebo oblastech kde není dostupné kabelové připojení.

Měření jsem prováděl ve výšce přibližně 1 m, kde se nachází většina koncových zařízení. Fyzicky jsem měřil především oblasti, kde se nacházeli koncové zařízení, zbytek pomocí získaných údajů dopočítal Ekahau.

Pro minimalizaci času 1 skenu jsem rozdělil skenované kanály rovnoměrně mezi 2 síťové karty Ekahau Sidekick. Zatímco tyto 2 karty měli na starost měření síly signálu, SNR a dalších hodnot, integrovaná síťová karta měřila odezvu(ping) na výchozí bránu měřené sítě.

Pro měření jdou v Ekahau zvolit 2 různé způsoby:

4.9.2.1 *Stop and go:*

V tomto režimu se postupně chodí po budově, zastaví se na místě, které chci změřit, a počká se, dokud program nedokončí měření. Měří se tedy pouze na bodech, které změříme.

4.9.2.2 *Continuous:*

Oproti stop and go analýze je tato metoda rychlejší a dokáže získat větší množství dat za kratší dobu, protože po kliknutí na mapu v tomto režimu bude program ukládat informace neustále, ne pouze když stojíme a na mapu se musí klikat pouze, pokud změníme směr.

4.9.2.3 *Porovnání continuous a stop and go:*

Oba tyto režim jsou si rovnocenné a jde s nimi provést stejně dobrá analýza, jde pouze o to, jaké data do nich zadáme. Continuous mód je rychlejší a sbírá mnohem větší počet dat, ovšem nepočítá s lidskou chybou a ta může vzniknout lehce, protože počítá s neustálým pohybem ve stejné rychlosti po celé cestě, která se do programu zadá, takže například pokud jsou v cestě překážky, nebo se kdekoliv zrychlí, zpomalí nebo zastaví, data budou zkreslená, protože program zaznamenává data neustále. Oproti tomu je stop and go mnohem přívětivější, protože zaznamenává data pouze, kdy mu zadáme, problém je ovšem v počtu dat, které nasbírám, proto se musí dělat časté zastávky na měření, aby bylo měření stejně přesné jako continuous, zabere Stop and go měření mnohem více času a stále se nezíská tolik dat jako continuous.

Výhoda programu Ekahau je, že se oba režimy dají kombinovat v jednom průzkumu, takže se dá zkombinovat výhody obou. Například na dlouhých chodbách a rovných úsecích bez překážek lze využít continuous a v místnostech, kde se používají přístroje na pevných místech se může využít mód stop and go.

4.9.3 Průběh měření

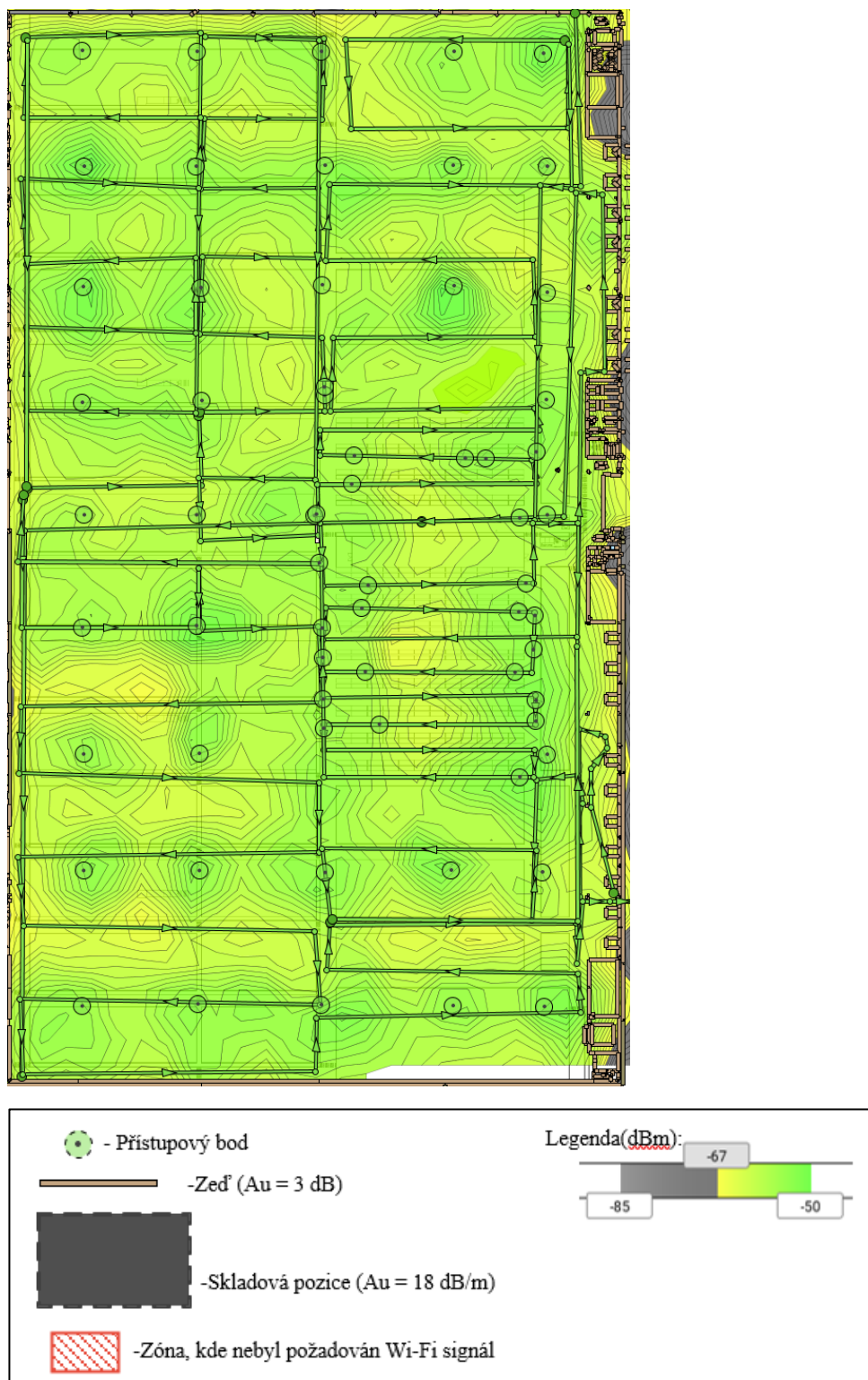
Po nastavení metodiky měření v programu Ekahau jsem postupně změřil celý závod. Jakmile jsem dokončil měření, konzultoval jsem výsledky s IT centrálou a domlouval jsem se s ní na případné optimalizaci sítě

4.10 Optimalizace

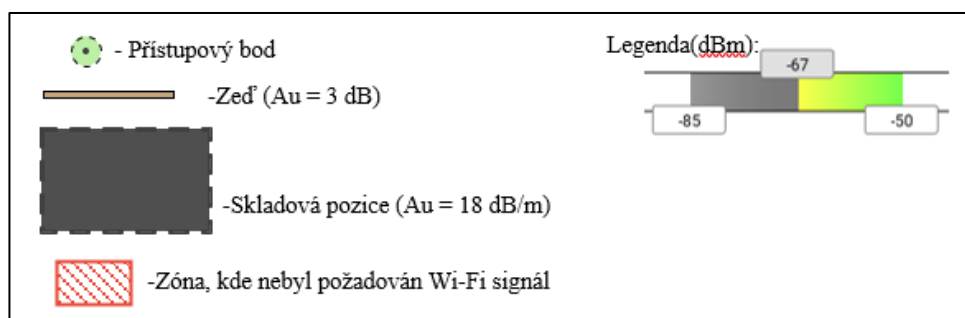
Pokud měření zjistilo oblasti, kde nebylo dostatečné pokrytí, provedla se optimalizace.

Optimalizace zahrnuje změnu vysílacího výkonu, změnu úhlu nebo směru externí antény, změnu fyzické polohy přístupového bodu nebo přidání či odebrání přístupového bodu.

4.11 Výsledky měření



Obrázek 4.5: Plánek změřené síly signálu 1. závodu



Obrázek 4.6: Plánek změřené síly signálu 2. závodu

5 Teoretické a praktické znalosti a dovednosti získané v průběhu studia uplatněné studentem v průběhu odborné praxe

V průběhu praxe jsem využil především znalosti z povinných předmětů v oboru telekomunikací, takže především znalosti, které jsme se naučili v předmětech Telekomunikační síť, Počítačové síť, Přenosová média a systémy a spojovací síť. Přesněji jsem využil znalostí 802.11 standardu z telekomunikačních sítí a počítačových sítí, útlumu z přenosových medií a systémů a základy práce s Cisco zařízení z předmětu Počítačové síť. V průběhu praxe jsem využil znalostí anglického jazyka, který jsem používal ve formě psané a mluvené. Využil jsem také část znalosti z cvičení s programem iProp v radiokomunikačních sítí a telekomunikačních sítí, protože Ekahau Pro je hodně podobný program, i když je mnohem modernější a nabízí více možností pro simulaci a analýzu wifi sítí.

5.1 Znalosti či dovednosti scházející studentovi v průběhu odborné praxe

Za dobu praxe jsem se naučil, jaký je postup návrhu Wi-Fi sítě, při čemž jsem se naučil využívat software Ekahau Pro, což je v dnešní době nejpoužívanější nástroj pro návrh Wi-Fi sítí. Naučil jsem se také práci v týmu v mezinárodní firmě a aktivní použití anglického jazyka. Také jsem se naučil postup, jak řešit problémy při návrhu bezdrátových sítí a implementace teoretické simulace do reálného prostředí.

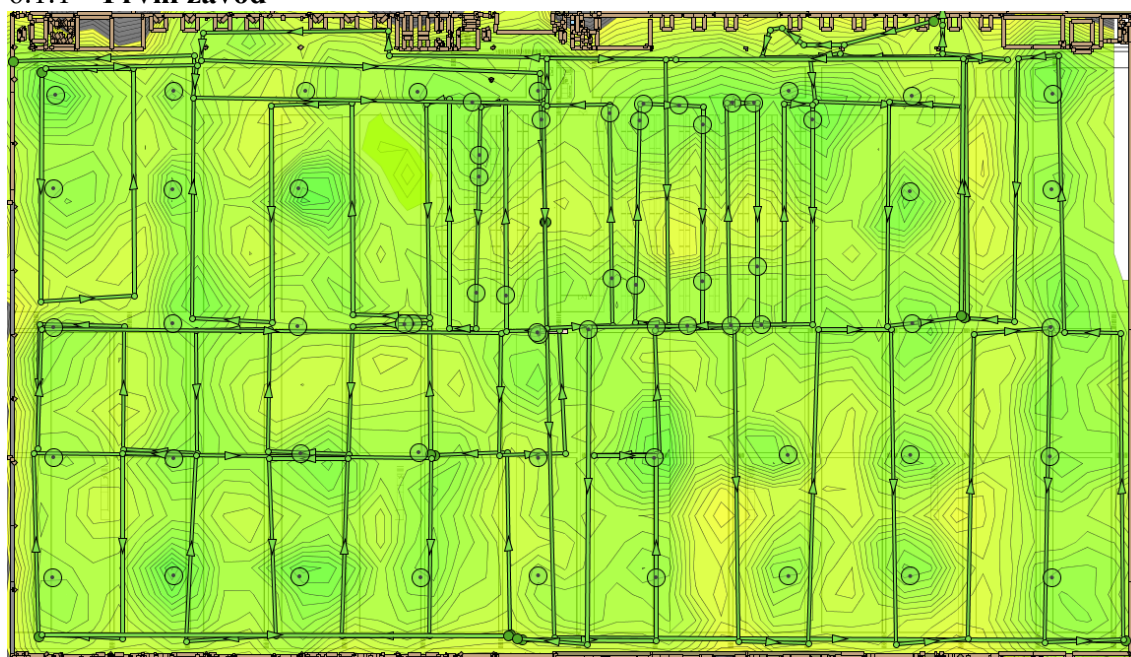
6 Dosažené výsledky v průběhu odborné praxe a její zhodnocení

Všechny výše uvedené úkoly jsem úspěšně dokončil

Za dobu praxe jsem navrhl, nasimuloval a změřil pokrytí Wi-Fi ve dvou zadaných závodech. Splnil jsem zadané podmínky firmy při návrhu a simulaci a následná měření prokázalo splnění těchto podmínek, stejně tak měření prokázalo, že mou vytvořená simulace byla dostatečně přesná.

6.1 Výsledné naměřené hodnoty:

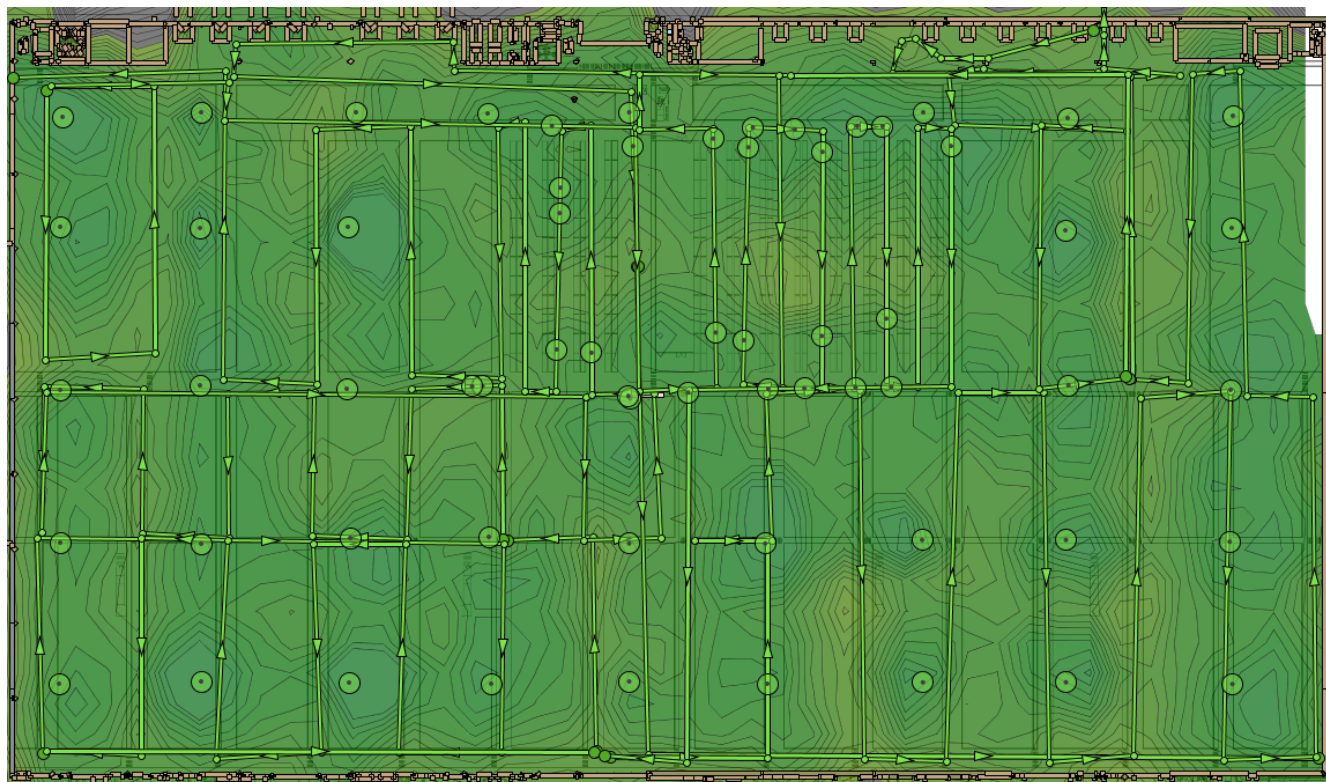
6.1.1 První závod



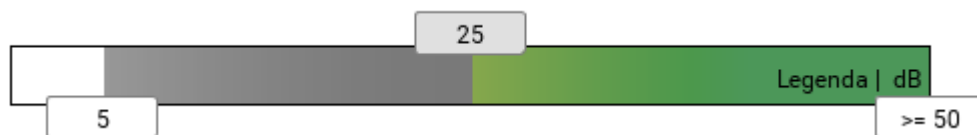
Obrázek 7.1: Mapa pokrytí signálu přízemí 1. závodu



Obrázek 7.2: Legenda pro obrázek 7.1

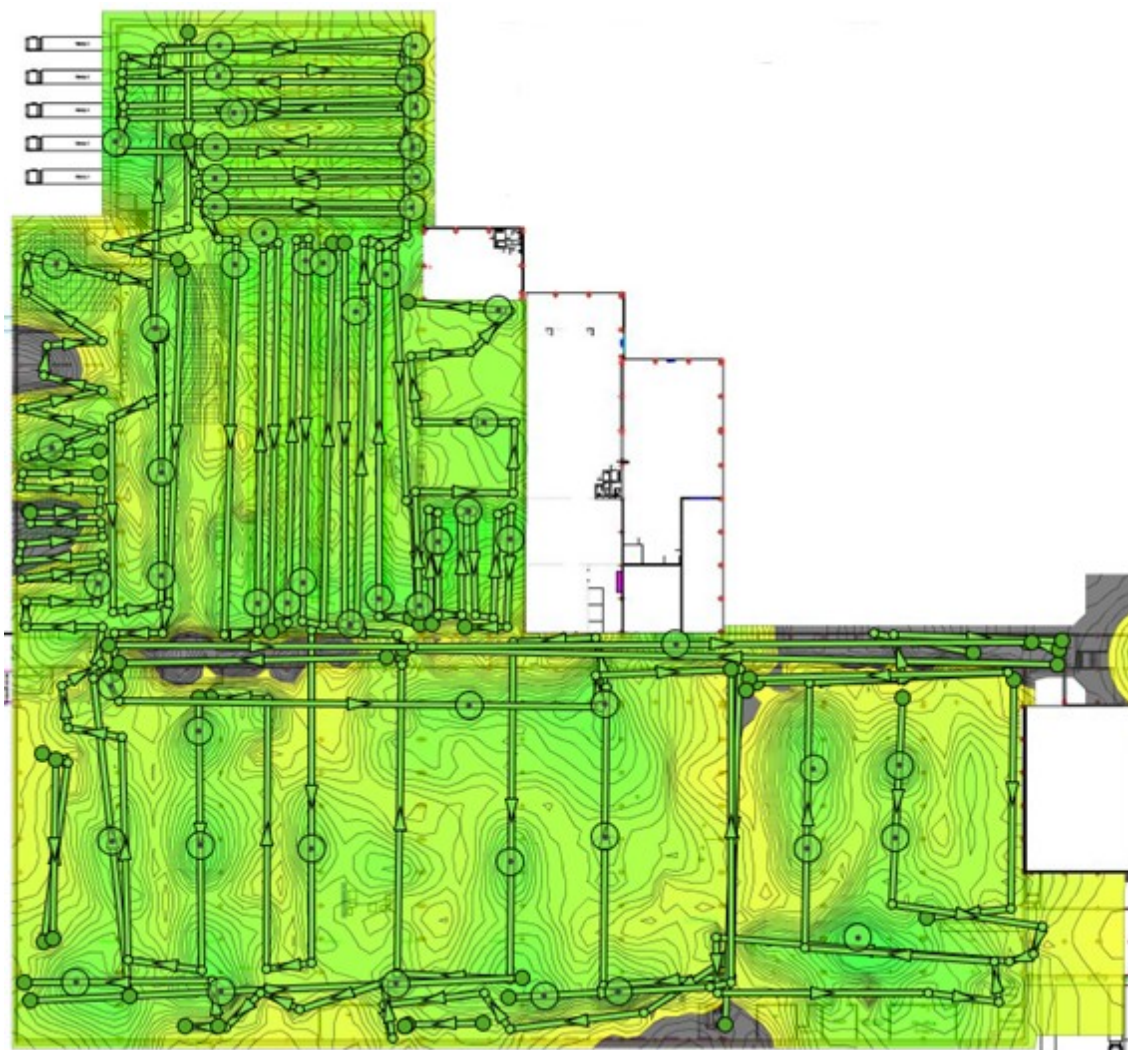


Obrázek 7.3: Výsledný mapa hodnot SNR v budově 1. závodu



Obrázek 7.4: Legenda pro obrázek 7.3

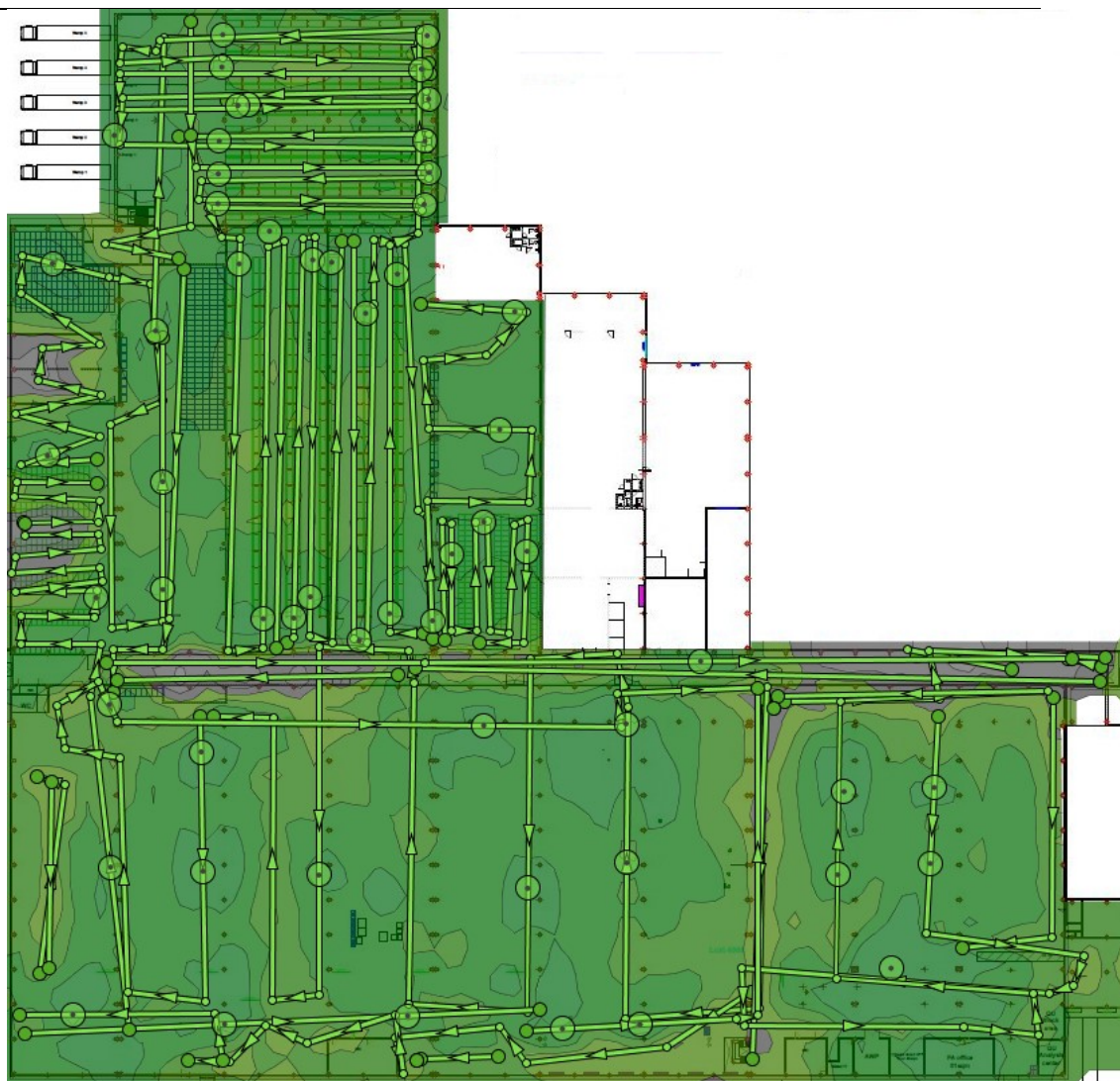
6.1.2 Druhý závod



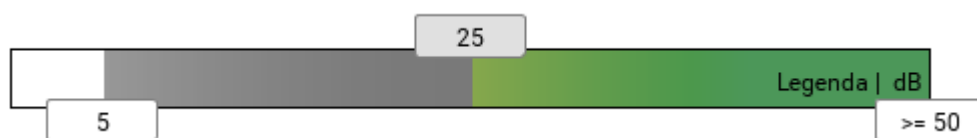
Obrázek 7.5: Mapa pokrytí signálu druhého závodu



Obrázek 7.6: Legenda pro obrázek 7.5



Obrázek 7.7: Výsledný mapa hodnot SNR v budově 1. závodu



Obrázek 7.8: Legenda pro obrázek 7.7

7 Závěr

V této práci jsem shrnul základní pojmy, které se využívají při návrh Wi-Fi sítí a následně moji práci při realizaci 2 nových Wi-Fi sítí v náročných podmínkách. Tato práce se zabývala simulací, konfigurací a měření dvou nových Wi-Fi sítí.

Všechny tyto kroky proběhly úspěšně a splnili všechny požadavky firmy.

Projekt instalace nové generace sítě do všech závodů je momentálně na samém začátku. První simulace se provedli především pro zhodnocení rozdílů mezi simulací a praxí s další vlnou instalací se bude pokračovat po zhodnocení fungování nové generace Wi-Fi sítí v prvních podnicích s tím, že pokud budou výsledky dobré, bude se pokračovat ve stejném postupu i pro všechny ostatní závody.

Celkově bych hodnotil bakalářskou praxi za hodně přínosnou. Naučil jsem se hodně nových věcí, které v budoucnu uplatním ve své budoucí kariéře a zároveň jsem měl přístup a pracoval s nejmodernějšími technologiemi v oblasti Wi-Fi sítí a síťové infrastruktury.

Použitá literatura

- [1] IEEE 802.11 – Wikipedie. [online]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.11
- [2] ŠEBESTA, Roman a Marek DVORSKÝ. Rádiové sítě I pro integrovanou výuku VUT a VŠB-TUO. Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 2014. ISBN isbn978-80-248-3612-6.
- [3] Wi-Fi sítě - vše co jste kdy chtěli vědět 1/2. PCTuning - Titulní stránka [online]. Copyright © 2009 [cit. 28.04.2019]. Dostupné z: https://pctuning.tyden.cz/hardware/site-a-internet/11138-wi-fi_site-vse_co_jste_kdy_chteli_vedet_12?start=2
- [4] Jak zapojíme síť: WiFi bez tajemství - Zisk, signál a pokrytí | Svět hardware. Svět hardware | homepage [online]. Copyright © 1998 [cit. 29.04.2019]. Dostupné z: <https://www.svethardware.cz/jak-zapojime-sit-wifi-bez-tajemstvi/12953-3>
- [5] Wireless fundamentals: Signal-to-Noise Ratio (SNR) and wireless signal strength - Cisco Meraki. Home - Cisco Meraki [online]. Copyright © Copyright 2018 Cisco Meraki [cit. 26.11.2018]. Dostupné z: [https://documentation.meraki.com/MR/Wi-Fi_Basics_and_Best_Practices/Wireless_fundamentals%3A_Signal-to-Noise_Ratio_\(SNR\)_and_wireless_signal_strength](https://documentation.meraki.com/MR/Wi-Fi_Basics_and_Best_Practices/Wireless_fundamentals%3A_Signal-to-Noise_Ratio_(SNR)_and_wireless_signal_strength)
- [6] When it Comes to RF, Distance Plays Tricks with the Mind. Antennas, RF Signal Distribution, and Spectrum Analysis tools for Wireless Microphones and In-Ear Monitors [online]. Copyright © RF Venue, Inc. 2019. [cit. 29.04.2019]. Dostupné z: <https://www.rfvenue.com/blog/2014/12/15/when-it-comes-to-rf-distance-plays-tricks-with-the-mind>
- [7] Cisco Aironet 2.4 GHz/5 GHz Dual-Band Polarization-Diverse Directional Array Antenna (AIR-ANT2566D4M-R) - Cisco. Cisco - Global Home Page [online]. Copyright © 2015 [cit. 29.04.2019]. Dostupné z: <https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/wireless/antenna/installation/guide/ant2566d4m.html>
- [8] Roaming Technologies - Cisco Meraki. Home - Cisco Meraki [online]. Copyright © Copyright 2019 Cisco Meraki [cit. 29.04.2019]. Dostupné z: https://documentation.meraki.com/MR/WiFi_Basics_and_Best_Practices/Roaming_Technologies

-
- [9] Obecně o konfiguraci WLC a zvláště Cisco 2500 Wireless Controller < články - > SAMURAJ-cz.com. SAMURAJ-cz.com - počítačové sítě, Cisco, Microsoft, VMware, administrace [online]. Copyright © 2005 [cit. 29.04.2019]. Dostupné z: <https://www.samuraj-cz.com/clanek/obecne-o-konfiguraci-wlc-a-zvlaste-cisco-2500-wireless-controller/>
- [10] Features - Ekahau Sidekick®. Wi-Fi Design, Wi-Fi Planning and Ekahau Site Survey Software, Wi-Fi Spectrum Analysis [online]. Copyright © 2019 Ekahau. All rights reserved. [cit. 29.04.2019]. Dostupné z: <https://www.ekahau.com/products/sidekick/features/>